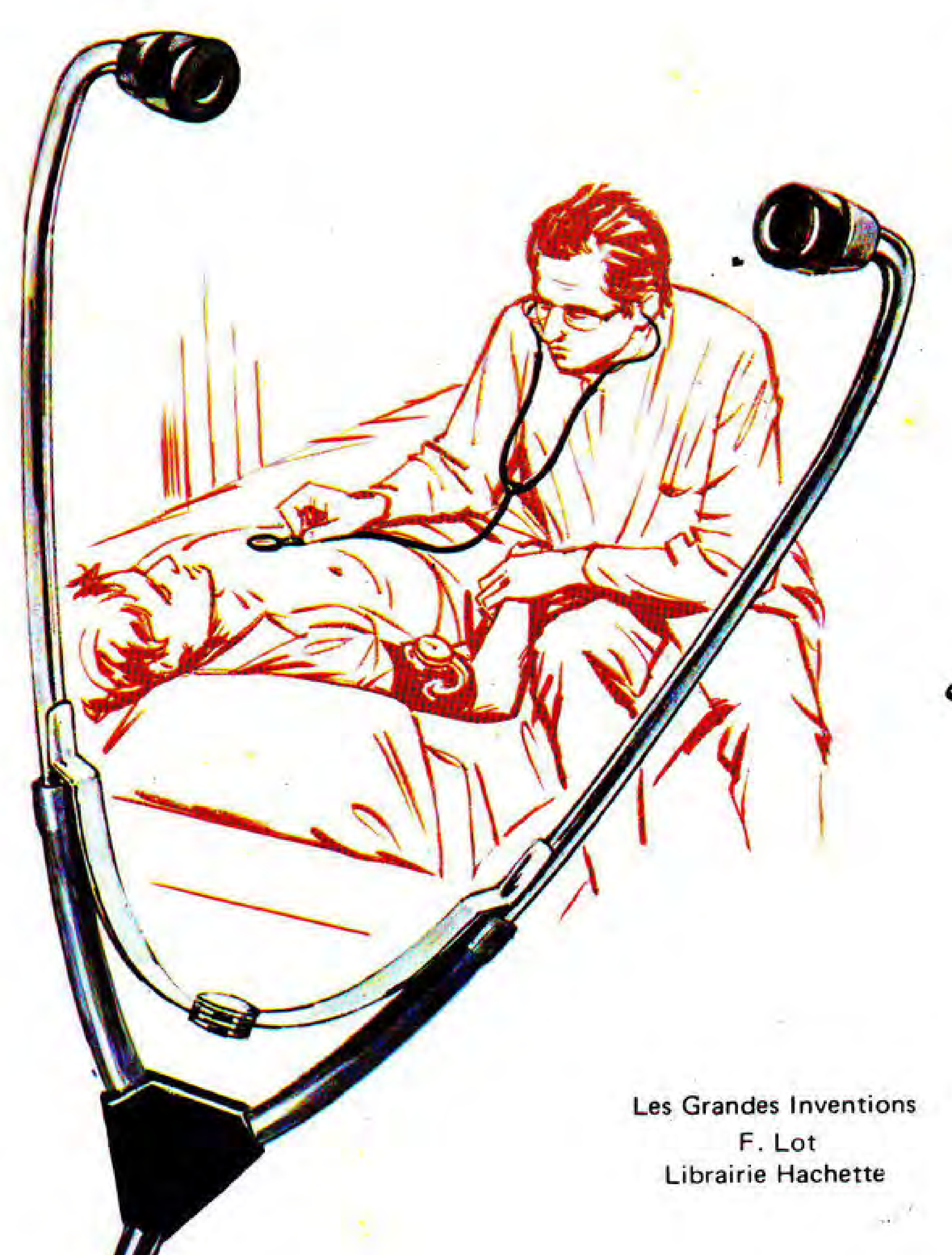
سلسلة من كل علم خبر

الاكتشافات الكبيرة

مِنَ الحِرَفِ اليَدَويّة إلى الصِّناعَة

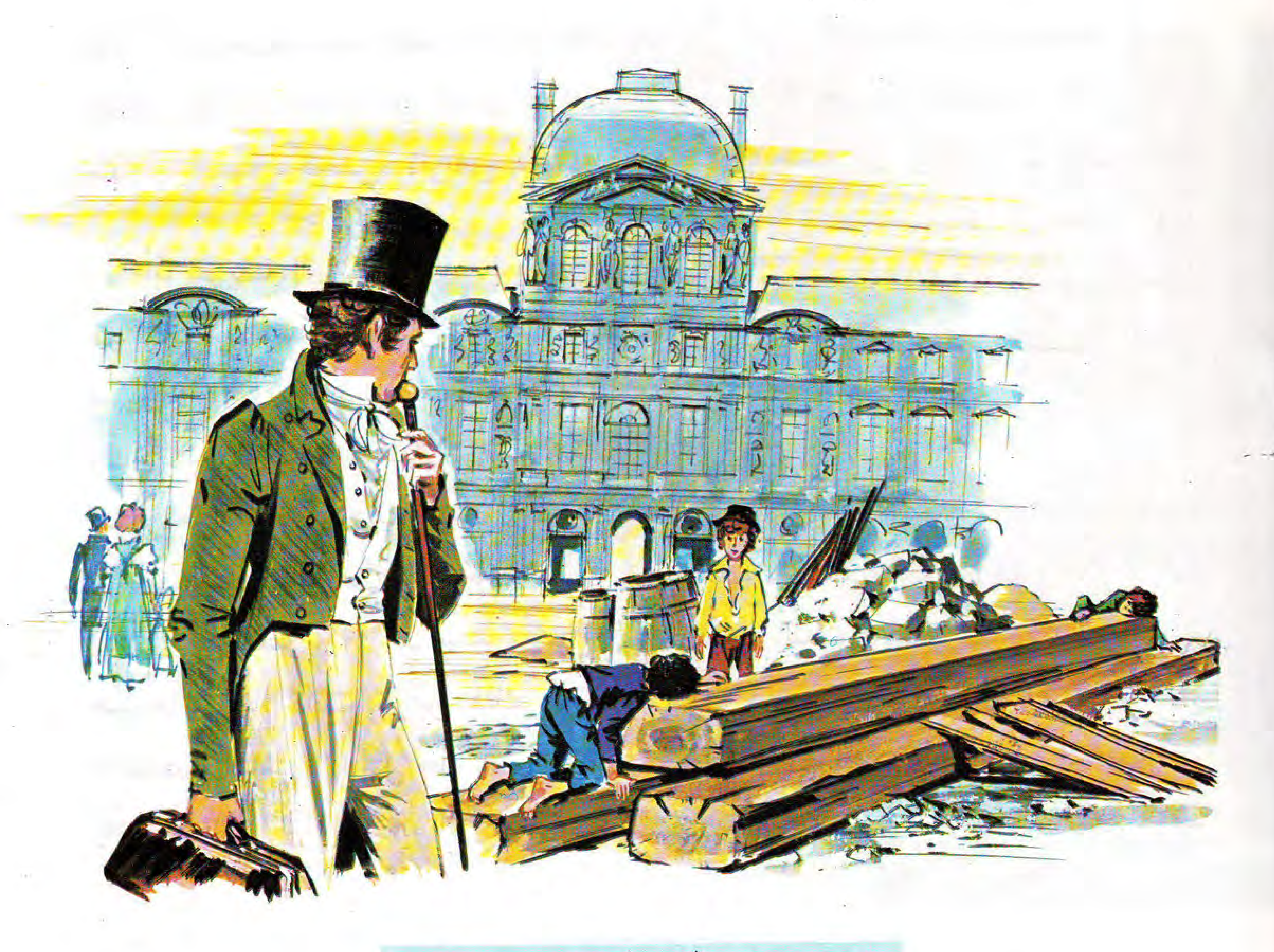
(١٥)



- "لينيك" و"الستيتسكوب"
- علب المحفوظات التي تُعدّ بالمليارات...
- التربينات في العمل

Les Grandes Inventions
F. Lot
Librairie Hachette

منشورات مكتبة سمير
شارع غورو - بيروت
تلفون ٢٢٦٠٨٥-٢٣٨١٨١



لعبة صبيانة تافهة ، تُلفت انتباه لانك في ساحة اللوفر .

" لانِك " و الاستيتسكوب

يُحكى عن الطبيب الشهير ، « رينيه لانِك » (١٧٨١ – ١٨٢٦) أنّه ، فيما كان ذاهباً في يوم من أيام ١٨١٠ ، لعيادة (١) إحدى النساء في باريس ، وقد أصيبتْ بداءٍ في قلبِها ، لمح ، في ساحة اللُوفر ، غلامَين أَلصقا أُذُنَيهما بطرفَيْ عارضةٍ خشبيّة ، وراحا يَخدُشان الخشَب بدبّوس ، ويَلهُوَان بنَقلِ صوتِ الخَدْش الخفيف ذاك ، من طَرَفٍ الى طرَف . طبعاً لم يكنْ « لانِك » لِيَجهلَ تلك الظاهرةَ (٢) الصوتيّـة المعروفة .

إلاّ أنّ ملاحظتَه هذه الظاهرة ، في ذاك الظرف بالذات ، حملَه على التفكير بالإفادة منها ، لتسهيل فحصِ المريض .

أمّا المريضةُ التي كان ذاهباً لعيادتها ، فما كانت لِتُساعدَه في محاوَلتِه (٣) ، وذلك لسببَين : الأول يعود إلى ضخامةِ بطنها ، والثاني إلى الحياء المُفرِط (٤) الذي كان يسيطر على المرأة في ذلك الزمان . فجنس المرأة ، وسنُّها الفتيَّة ، كانا يمنعان طبيباً في الثلاثين من العمر ، من أنْ يُسنِدَ رأسَه الى صدرِها ، كما كانت تفرضُ ذلك طريقةُ « الفحص المباشر » : مثلُ هذا العمل كان يُعتَبر مخالفاً لِلّياقة (٥) ...

كان « لانِك » لا يزالُ مشدوهاً بما رآه من تجربة عارضة الخشب ؛ فأخذ دفتراً ولفّه ، وشدَّه بين يدَيْه ، ثمَّ وضع أَحدَ طرفَيْه على صدر المرأة المريضة . وما وضعَ أُذُنَه على الطرَف الأعلى ، حتّى فُوجِيءَ وسُرَّ بسَماع خفَقاتِ القلب ، بشكل أَوضحَ كثيراً .

توقَّع (٦) الطبيبُ أن تُصبحَ هـذه الوسيلة ، مُجدِيَةً (٧) صالحة ، لا لدراسة خفَقات القلب فحسب ، بل كذلك لدراسة كلِّ الحركات التي قد تُحدِثُ صَوتاً مَا في القفَص الصدريّ ، وبالتـالي « لمراقبة حركات التنفّس ، والحَشْرَجة ، وحتى لمراقبةِ



أحد نماذج البوق الطبيّ .

الطولَ مرّة ، والعرضَ مرّة ، مُبدِّلاً كثافة القناة تارةً ، وقُطرَها تارة أُخرى . جرّب على التوالي كلاًّ من خشب الزَيزفون والأَرْز والأَبنوس ؛ ولجأ الى القصَب ، والزجاج ، والغشاء المعوي ، وأنواعٍ من المعـادن .

وأخيراً إعتمدَ[٨] اسطوانةً جَوفاء من خشب السنديان مؤلَّفةً من قسمَين يَركب أحدهُما في الآخَر ، ويتّسع طرفاهما بشكلِ بُوق . ولذا سيُعرف هذا الجهاز « بالبوق الطبِّي » ، الاّ أنّه سيَحتفظ رسميّاً بالاسم الذي أعطاه إيّـاه « لانِـك » فيُعرف بالاستِيتُسكوب أو السمّاعـة الطبيّـة . لقد تحسَّن هذا الجهاز كثيراً ، وغدا اليوم مركَّباً من جهازٍ لاقِط للأصوات مجهَّزٍ بغشاءٍ طَريءٍ حسَّاس ، ومن أُنبوبَين من المطّاط ، ينتهيان في أُذُنَي الطبيب .

لاحظَ الكاتبُ الكبير « شاتوبريان » أهميَّة هذا الاختراع فقال : « سيُشكِّل هذا الاختراعُ حدَثاً خطيراً في تاريخ الفنّ . ولو كان بوسعِنا أنْ نخترعَ آلةً تُسمِعنا ما يدورُ في ضمير الناس ، لكان ذلك نافعاً جدّاً ، في أيّامنا . » .



فحص من الفحوص الأولى غير المباشرة .

تقلُّباتِ سائلِ الغِشاء الجنبيّ ، أو الغشاء المُحيط بالقلب ... » ذاك كان مبدأَ الفَحص غيرِ « المباشر » ، أي الذي يستعين بجهاز .

إنطلاقاً من هذه المُلاحظة ، سيَسعى « لانِك » الى تحسين جهازه : نوَّع أَشكالَه مُستعيناً بإسطوانة جوفاء ، ثمّ بإسطوانة ملأى ؛ جرّب قناةَ الناي ، معدِّلاً فيها

تُرى ، لو عاشَ شاتوبريان في هذه الأيّام ، هل كان يقولُ غيرَ ما قـال ؟



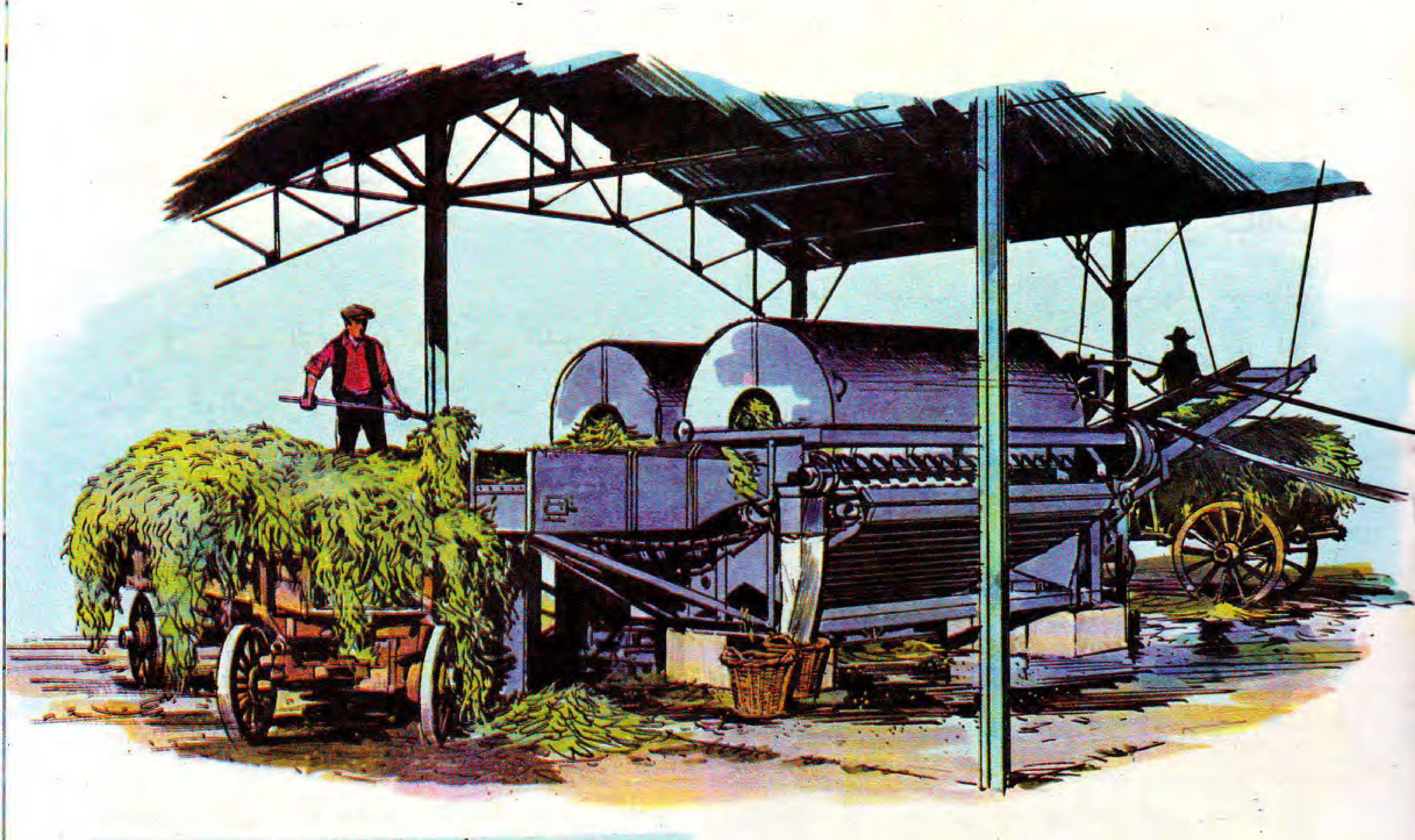
الاستيتسكوب الحديث الذي يمكن مضاعفة قدرته السمعيّة المرهفة ، بالوسائل الإلكترونيّـة .

التفسير

١ – عيادة المريض : زيارتُـه .
٢ – الظاهرة : حادثة طبيعيّة تقع تحت الحسّ ، أو الملاحظة .
٣ – محاولة : تجربـة .
٤ – الحياء المُفرِط : الخجلُ الكثير .
٥ – اللياقـة : الأصول ، والتهذيب .
٦ – توقعَ الأمرَ : انتظر حدوثَه .
٧ – مُجدِيَة : نافعـة .
٨ – إعتمدَ اسطوانة : استعمل ...

الاسئلة

١ – ما الملاحظة التي أثارت اهتمام الطبيب « لانِك » ؟
٢ – كيف فكرّ في الإفادة منهـا ؟
٣ – هل كان « لانِك » يستطيع فحص المرأة فحصاً مباشراً ؟ لماذا ؟
٤ – بمَ استعان لفحص صدر المريضة ؟
٥ – كيف كان « إستيتُسكوب » « لانِك » ؟
٦ – ما هي منافع « البوق الطبّيّ » ؟
٧ – كيف هي سمّاعة الطبيب الحديثـة ؟



عندما تنمو إحدى الصناعات على نطاقها الواسع ، يستدعي تقدُّمها إيجادَ وسائل تقنيّة جديدة تمكّن اصحابها من تلبية متطلّبات الإنتاج المتزايد .

هذا ما حصل مثلاً للبازلّاء المعدَّة للتعليب ، إذ استعين في معالجتها بآلات تفصل القرون عن النباتات بسرعة ، ثم تتولىّ فتح هذه القرون وعرب الحبوب وفق أحجامها ... ثمّ عمليّـات التعليب والختم .

علب المحفوظات التي تُعدّ بالمليارات ...

عندما نفتح عُلبةً من عُلَب الطون ، أو السرَدين أو البَندورة أو البَزِلاّ ء أو الفاصولية الخضراء ، يليقُ بنا ، من وقت لوقت ، أنْ نذكرَ بالشكر ، مَن أهدى الإنسانيّة علبَ المحفوظات النافعة ، السهلــة الاستعمال ، والتي نقدِّرُها جميعُنا .

أَسَّس « نقولا آبير » (١٧٤٩ – ١٨٤١) ، وهو ابن رجل كان يملك فندقاً في بلدة شالون – سُر – مارن » ، مع إخوته ، مصنعاً للبيرة . ثم عمل طاهياً (١) ، وانتقل الى خدمة الدوق « دي دي بون » ، فإلى خدمة الأمير « دي فُورباخ » . ثمَّ انقلب

صانعاً للحلويات ، واهتمَّ كثيرَ الإهتمام بمسألة حِفظِ الأطعمة .

في ذلك الزمان ، لم يكن الدَور الذي تلعبُه ذواتُ الأجسام المتناهية [٢] ، في تغيير المُنتَجات الحَيوانيّـة والنباتيّـة ، قد عُرِف بعد . انطلق « آبير » من الاعتقاد القائل « بأنّ النار تُطهِّر الأشياء كلَّها » ، فظنَّ أنّ الحرارةَ قادرة على منع عمليّات التخمُّر [٣] المختلفة . تعدَّدت اختباراتُه ، وخَلُصَ الى الاعتقادِ الثابت بأنَّ اللحمَ والخضار والفاكهة ، إذا ما حُفظت في زجاجات أُحكِمَ سدُّها ، وتعرَّضتْ للحرارة تعرُّضاً كافياً ، أَمكنَ حفظُها مدَّةً طويلة . إنطلاقاً من هذا الاعتقاد ، أسَّس تجارةً جديدة ، عمَل على تموينها مصنعُه الواقع في « ماسّي » ، جنوبيَّ باريس . واستطاع أن يؤمِّن ، بأفضلِ الشروط ، تموينَ الجيوش ، والبحريّة بخاصّـة .

طلبتْ منه الحكومة أن يقومَ بتجاربه في مدينة « برست » . فأتت هذه التجارب مُقنِعة . فاحتفت [٤] الصحـافـة بفضل المخترع ، وقالت صحيفة « بريد اوربا » :

« لقد اكتشف آبير فنَّ تثبيت الفصول . فالربيع والصيف والخريف تعيش عنده في الزجاجات ، كما تعيش تلك النباتات السريعة العطَب ، التي يحميها البستانيّ بجرس من زجاج ، فيردّ عنها غوائل [٥] تقلُّبات الطقس ... »

عام ١٨٠٩ ، مَنح وزيرُ الداخليّة « آبير » « مكافأة تشجيعيّة بلغت ١٢٠٠٠ فرنك » – وهو مبلغ ضخم بالنسبة الى ذلك الزمان – شرطَ أنْ يُذيعَ طريقة عَملِه . قَبِلَ المكتشفُ العرضَ ، ونشر في السنة التالية : « كتاب البيوت كلِّها ، أو فنّ المحافظة لمدّة سنوات ، على جميع المواد الحيوانيّة والنباتيّة » . ما نزَلتْ طبعةُ هذا الكتاب الأولى إلى الأسواق ، حتّى نفَدَت ؛ فتبِعتْها طبَعـاتٌ أُخرى .

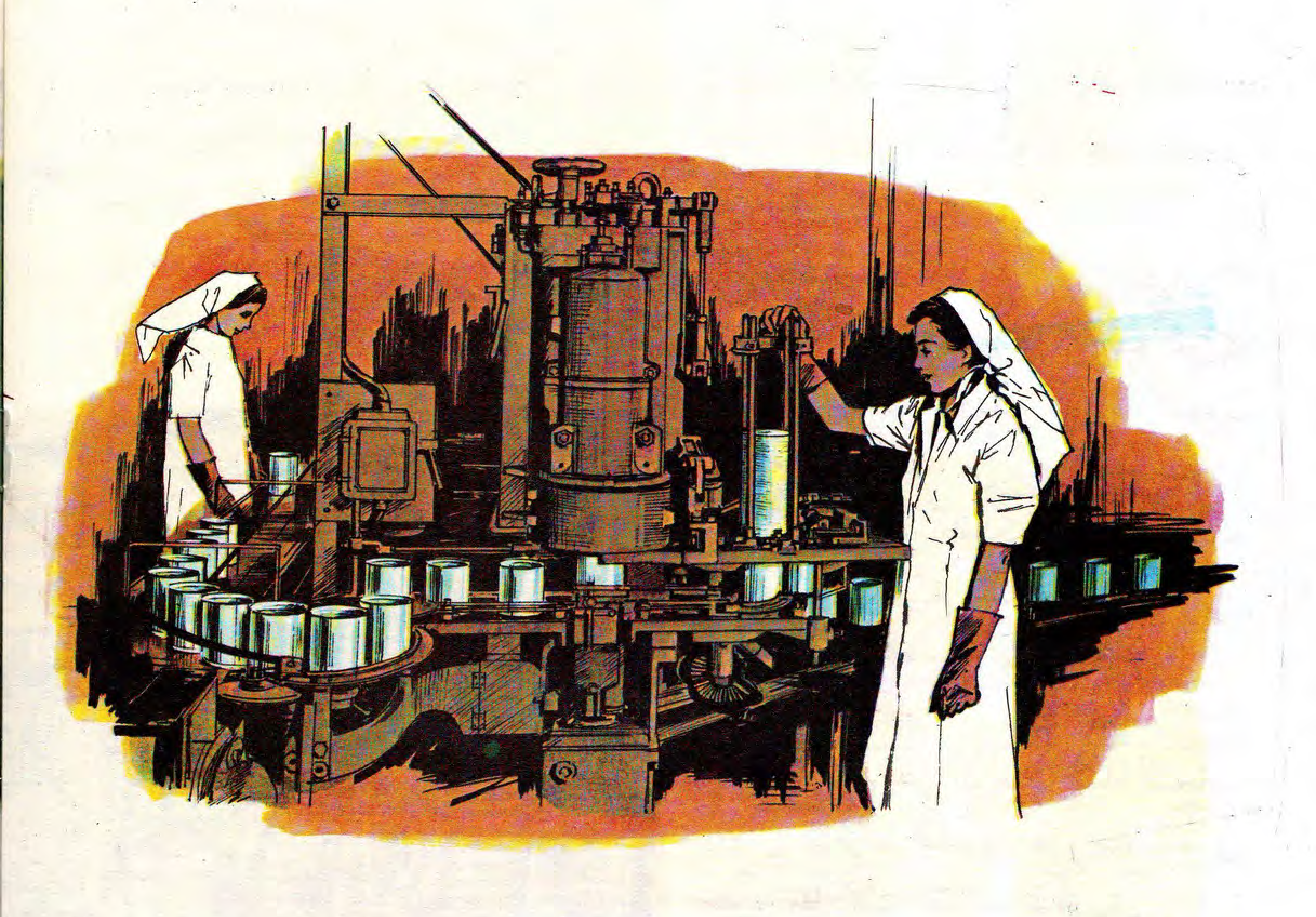
فكّر المؤلِّف بالناس جميعِهم ، وكان يقول : « أُريد أنْ أُضاعفَ مُتَعَ [٦] الهنديّ والمكسيكيّ ، والإفريقيّ واللابونيّ ؛ واريد أنْ أَنقلَ الى فرنسا من أبعد البلدان ، عدداً لا يُحصى من الموادِّ التي نتمنّى الحصولَ عليها في حالتِها الطبيعيّة » . وتوجَّه في كتابه ، بنوع خاصّ ، الى الامّهـات

المعروفات بالحنان والغيرة : « الا فَلْتبادرِ [٧] الامَّهات الى جمع ما يزيدُ من هذه الفواكه والخضار ، التي تقدِّمُها بوَفرة الفصولُ المُلائِمة : « لأنَّ يوماً من أيّام الشتاء سيأتي ، فتَبَتَردُ فيه أَفواهُ أطفالِكنّ المرضى ، بهذه المأكولات المُحيِيَة اللذيذة ... »

كما أنه لم ينسَ أنْ يُلفِتَ انتباهَ أصحاب رؤوسِ الأموال القادرين على مساعدته في تطوير مثل تلك الصناعة الموفَّقة ...

سيُحسِّن آبير صناعتَه ، بإخلال التنك محلّ الزجاج ، وبتعقيم [٨] العلب المُحكَمة اللَحْم ؛ الاّ أنّه سيموت في الحادية والتسعين فقيراً معدَماً . ولسوف يَعرض « باستور » ، الذي كان يومذاك في الثامنة عشرة من عمره ، الأسبابَ البيولوجيّة التي تفسِّر نجاحَ طريقة « آبير » ؛ ولسوف يعطيه حقَّه من التقدير ، في مقالاته المعروفة بدراسات حول الخمرة .

هذا ما حصل مثلاً للبازلاّء المعدَّة للتعليب ؛ إذ استعين في معالجتها بآلات تفصل القرون عن النباتات بسرعة ، ثم تتولّى فتح هذه القرون وعرب الحبوب وفق أحجامها ...



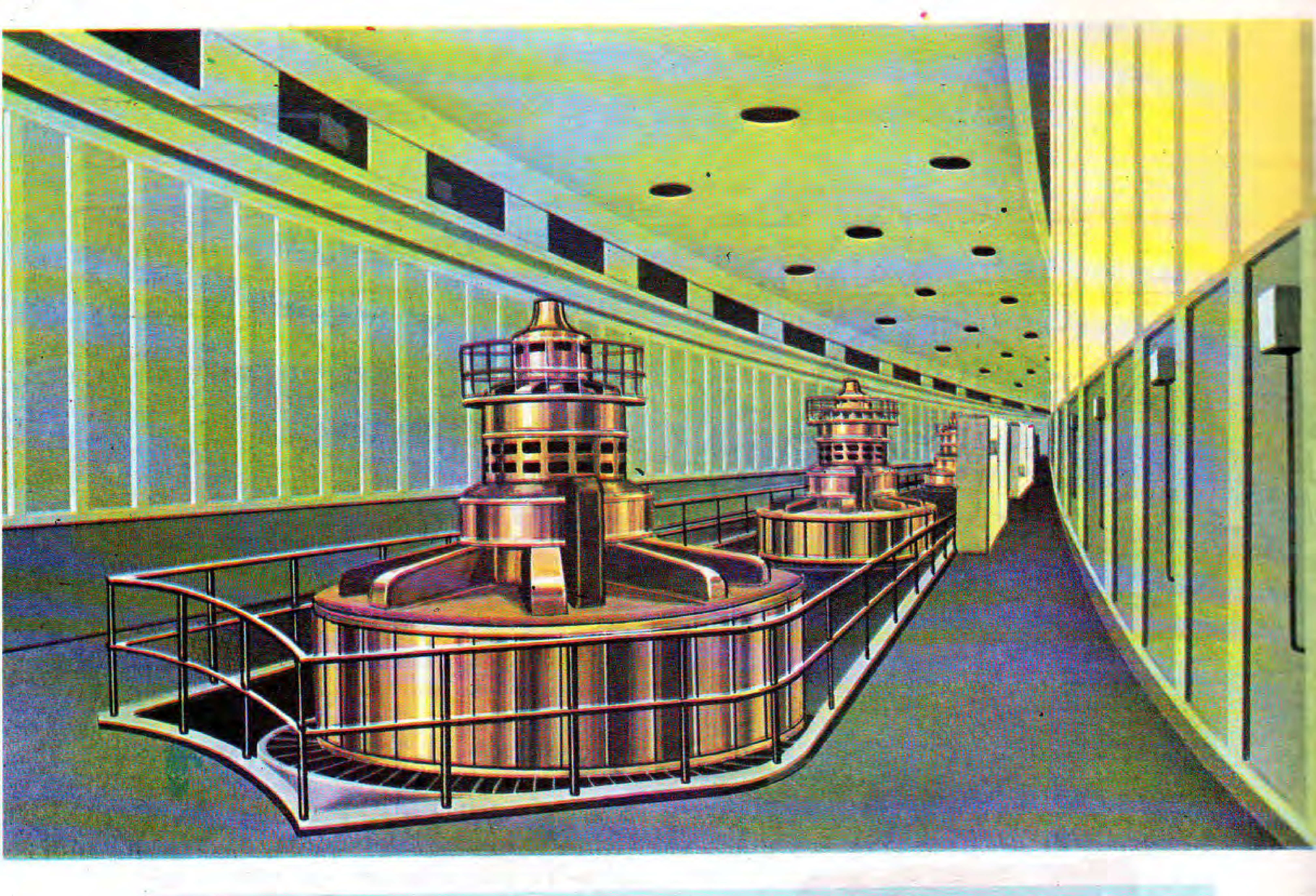
عمليّــات التعليب والختم .

التفسير

١ – طاهي : طابخ ، طَبّاخ . (طها يَطهو) .
٢ – الأجسام المتناهية الصِغَر : الجراثيم .
٣ – تخمُّر المأكولات : فسادها كيميائياً ، تحمُّضُها .
٤ – إحتفى بفلان : أكرمَه .
٥ – غوائل جمع غائلة : فساد ، ضرر ، مصيبة .
٦ – مُتَع : جمع مُتعة : لَذّة .
٧ – لِتُبادر : لِتُسرِع إلى . من بادرَ : أَسرع إلى .
٨ – تعقيم الأطعِمة : قتلُ الجراثيم المفسِدة فيها .

الاسئلة

١ – مَن أهدى الإنسانيّة علبَ المحفوظات ؟
٢ – ما هي الأعمال التي تعاطاها آبير ، قبل أن يصل الى التعليب .
٣ – ما الاعتقاد الذي انطلق منه في اختباراتـه ؟
٤ – أيّة أوعية استعمل أوّلاً ؟
٥ – كيف كان آبير يعالج المآكل لحفظها ؟
٦ – بمَ استبدل أوعية الزجاج ؟ ولماذا ؟
٧ – من فسَّر طريقة آبير ، بأُسلوب علميّ ؟

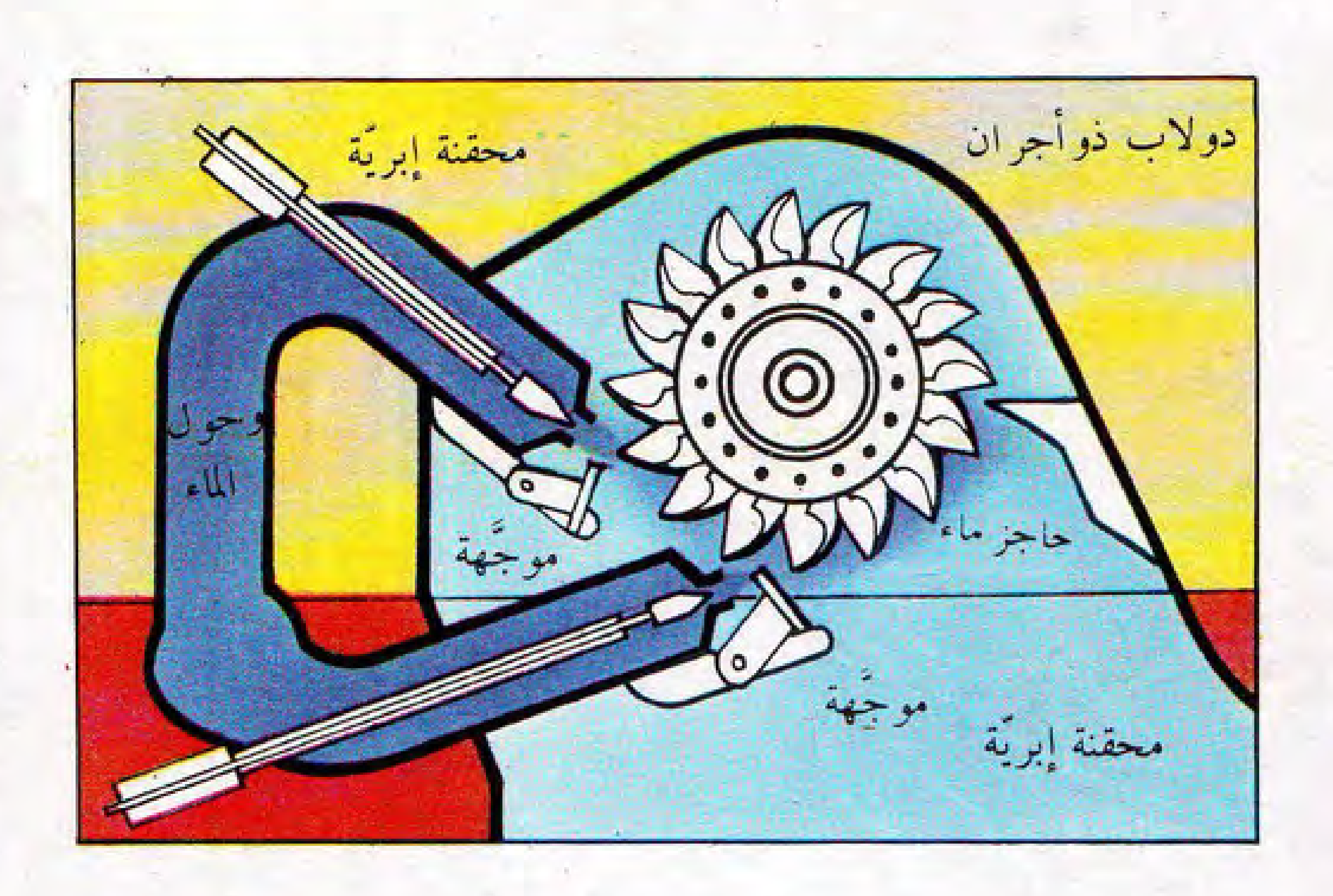


قاعة التربينات المنوِّبة في المحطّة الكهربائيّة المتّصلة بسدّ « جينسية » الهام الذي أُقيم على نهر « الرون » ، جنوبي « بلاغارد » في « الإين » . تُزوّد هذه المحطّة بالطاقة بُحيرةٌ تبلغ سعتُها النافعة ١٢ مليون متر مكعّب ، وقد بدأت عملها سنة ١٩٤٨ ، لتنتج ما معدّله السنويّ ١٦٩٠ مليون كيلو—وات ساعة . شعار المحطّة نظـام ، وانسجام وقدرة .

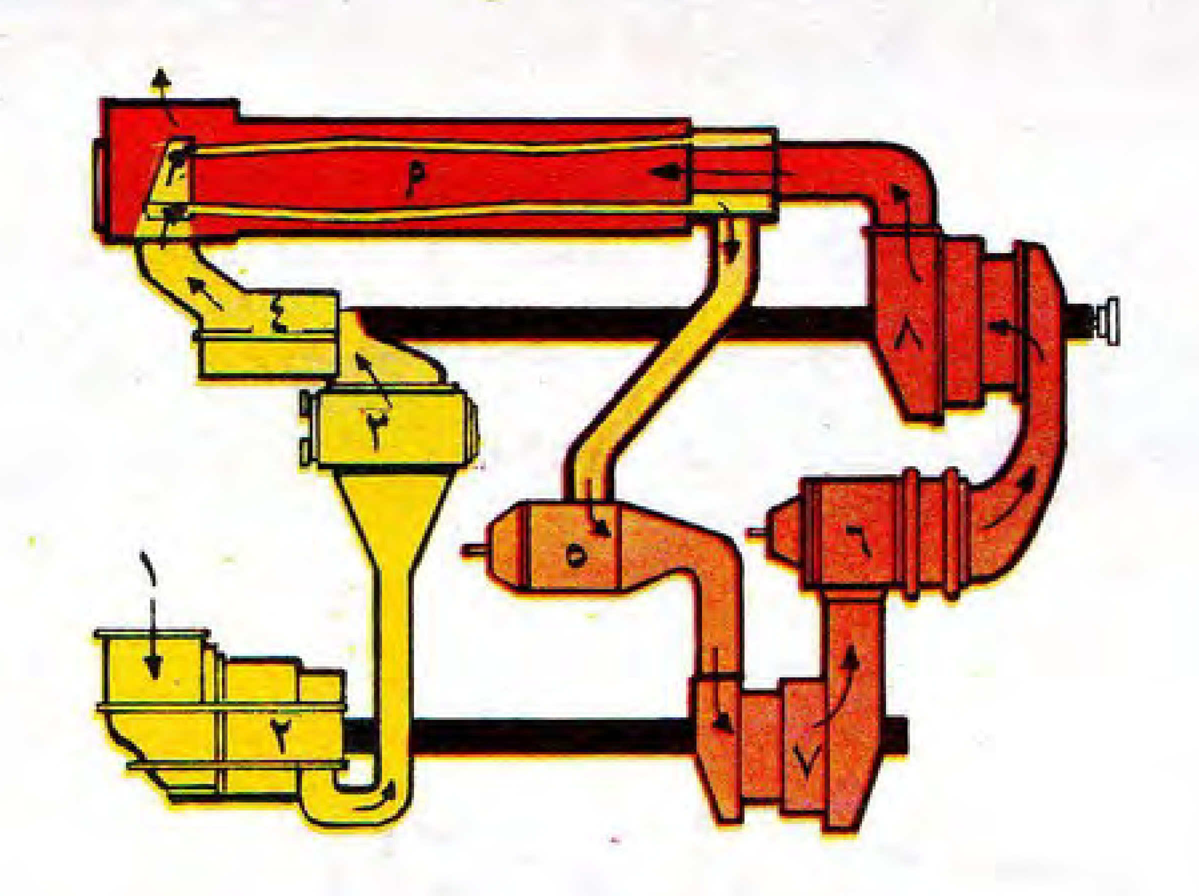
التربينات في العمل

إنّ مهندس المناجم « كلود بُردان » هو الذي أطلق ، في مذكّرة وجّهها الى أكاديميّة العلوم عام ١٨٢٤ ، اسمَ تربينة أو عَنَفة على الدولاب المائيّ ، سليل دولاب الطاحونة المائيّة القديمة ، الذي اكتسبَ سرعةَ دوران كبيرة . وكان الماء يعمل ، في الجهاز الذي وضعه ، بقوة وزنه الموزَّع على مساحة الأجران أو الريَش كلِّها ، كما يعمل بقوة سرعته . الاّ أنّ اسم أحد تلاميـذه ، « بونَوا فُرنيرون » (١٨٠٢ —

١٨٦٧) ، هو الذي سيبقى ملازماً للتربينة ، وذلك بفضل التحسينات التي أدخلها عليها . والواقع أنّه بنى أوّل نموذج لتربينته في « بيزنسون » سنة ١٨٣٢ إذ كان يعمل مهندساً في مصنع كانت مصفّحاتُه (١) تحرَّك بواسطة دولاب مغطَّس في مجرى « الأُغنون » . ولم يكن لغيرِ التقدّم المحقَّق في المعارف الميكانيكيّة النظَرِيَّة أن يسمح بالتنقيب عن مختلف الأسباب التي تؤُول (٢) إلى ضياع الطاقة ، وبخاصّة تلك التي تعود إلى البطء الناتج عن اصطدام الماء بالأجران أو الرِيَش . ولقد تمكّن « فُرنيرون » من تخفيف هذا البطء بإيصال الماء الى الأجران في اتجاه مُماسيّ (٣) ، فزاد بذلك فاعليّة (٤) الماء ثلاثة أضعـاف . هذا وقد حقّق حسنة هامَّة أخرى اذ صار بالامكان استعمالُ مياه الشلالات المرتفعة ، بالإضافة الى مياه الجداول والأنهار . ولقد فتحت هذه الإمكانيّة باب المستقبل واسعاً أمام الكهرباء المائيّة ، وذلك بفضل التُربينات الموصولة بالمولِّدات التي سيراها المستقبل . ولقد غدت البادئة (٥) « تُربو » المعرَّبة بلفظة « تربينيّة » أو المترجَمة بكلمة عَنَفيّة ، صفةً لكثير من



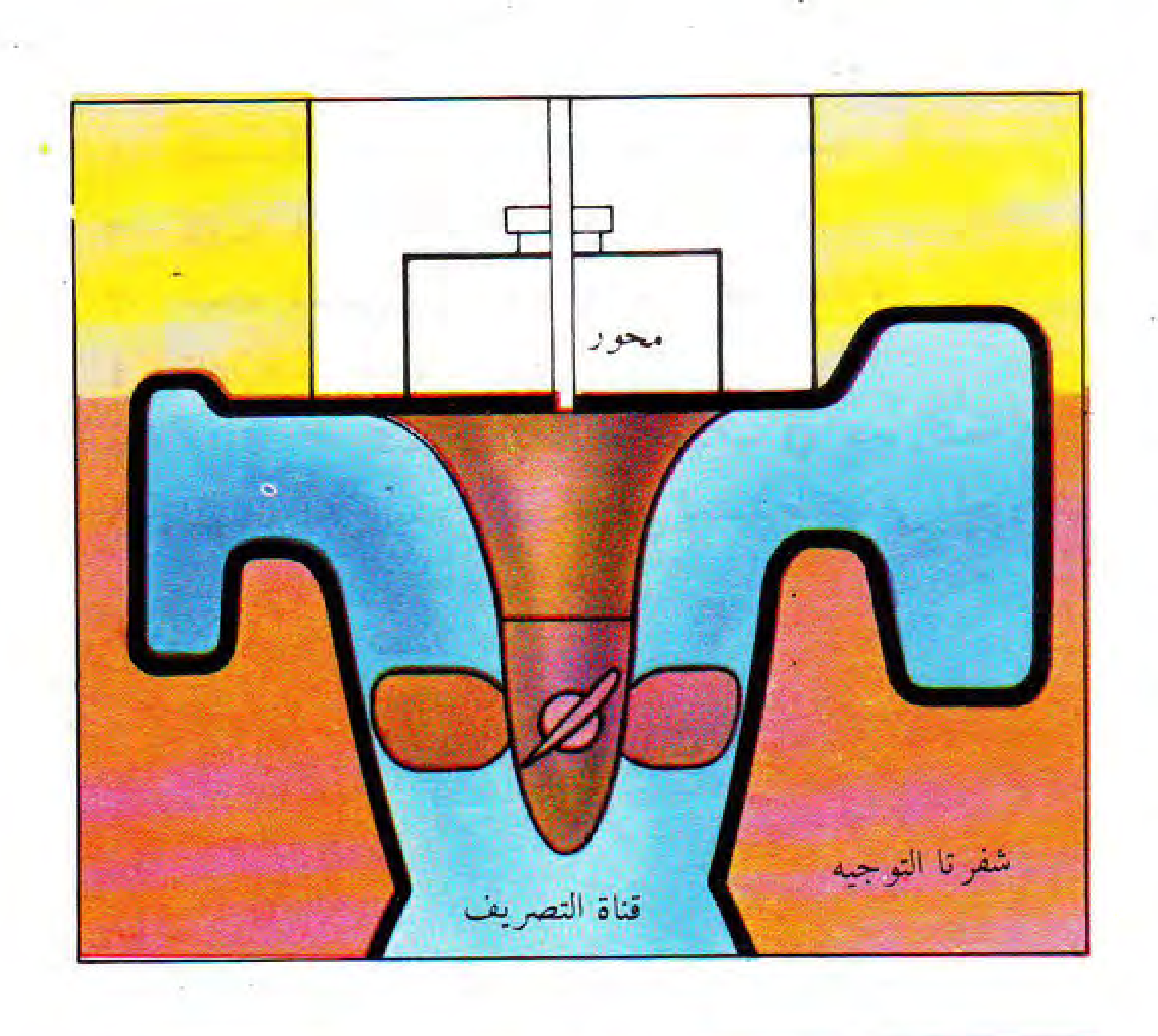
تربينة « بلتون » المستعملة في الشلالات الشديدة الارتفاع ، وهي مزوّدة بحارِف ينظّم كميّة الماء النافر من المحقنة والموجه إلى الاجران أو الريش .



تربينة غازيّة (على الهواء) .

١ – مدخل الهـواء .
٢ – ضاغطة ذات ضغط منخفض .
٣ – مبرّد .
٤ – ضاغطة ذات ضغط مرتفع .
٥ – غرفة احتراق ذات ضغط مرتفع .
٦ – غرفة احتراق ذات ضغط منخفض .
٧ – تربينة ذات ضغط مرتفع .
٨ – تربينة ذات ضغط منخفض .
٩ – مسترجـع حرارة .

الأسماء العلميّة الحديثة ؛ فقيل الضاعطة ، والمقلَع ، والمضخّة ، والمحرِّك المروحي ، والمحرِّك النفّاث والمِنفَخ ، ومكيّف الهواء ، والمِنْقَب التربينيّ أو العَنَفيّ ؛ إلى ما هنالك من اسرة الآلات التربينيّة التي اتّسعت كثيراً ، نظراً لأنّ التربينة أو العَنَفة تستطيعُ أن تَستمدَّ حركتَها من أجسام سائلة أو غازيّة غيرِ الماء ، الأمرُ الذي يوسّع نطـاق امكاناتها إلى حدّ بعيد .



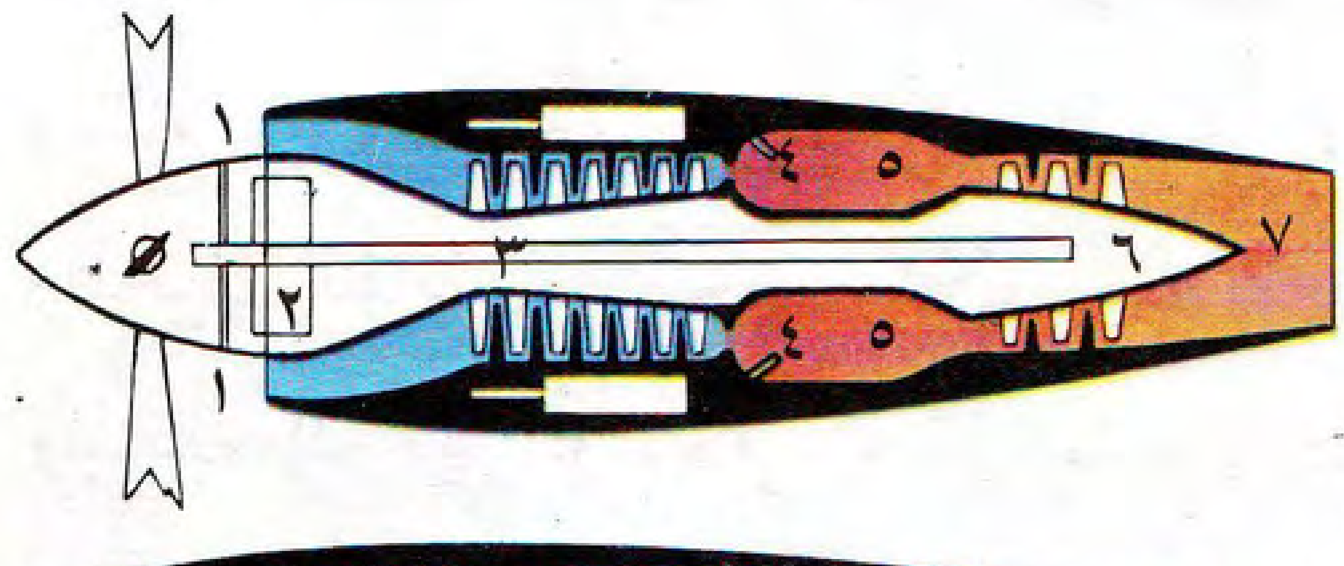
تربينة أو عَنَفة كبلان ، وهي نوع من العَنَفات المروحيّة

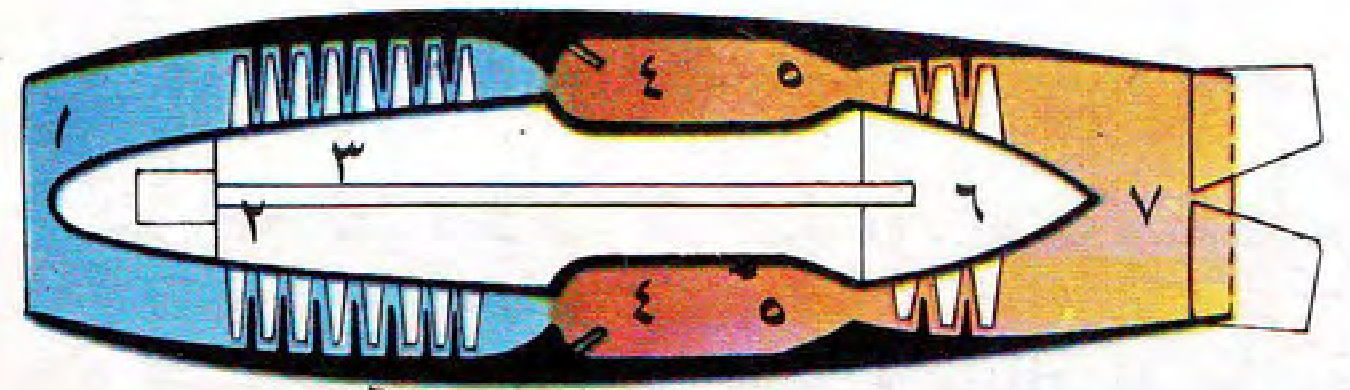
فالبخار ، يستطيع ، على غرار الماء في التربينة المائيّة ، أن يُحرِّكَ ريشاتِ الدولاب المتحرّك ، بقوة اندفاعه الحيّة وحسب ؛ اذ ذاك نقول : ان التربينة تعمل بفِعل (action) أمّا اذا عملت أيضاً بنتيجة قوّة تمدّد البخار ، فنقول إنها تعمل بردِّ فعل (réaction) . وللحصول على تمدُّدِ البخار المتدرِّج ، تُستَعمَل عدَّةُ دواليبَ متحرّكة يفصل بعضَها عن بعض تاجٌ ثابت ، ممّا يمكّن من الحصول على سرعةِ دوران مرتفعة تبلغ ثلاثة آلاف دورة في الدقيقة مثلاً . هذا وتبلغ سرعة بعض التربينات المستعمَلَة في البحريّة العسكريّة مثلاً ، ثلاثين ألف دورة في الدقيقة . هذا ، وبعض المصانع الحراريّة [٦] يشملُ اثنتي عشرة طبقة من الضغط العالي ، وأربع عشرة طبقة من الضغط المتوسط ، وجسمين من الضغط المنخفض ، ممّا يسمح باستخدام الطاقة البخاريّة بكاملها . أمّا الوزن الذي يبلغه هذا النوع من التربينات فيزيد على ٥٠٠ طنّ . هذا وتشبه تربيناتُ الغـاز تربينـات البخار ، بل انها تنافسها تعقيداً وقـدرةً .

التفسير

١ – المصفّحة : آلة لتصفيح المعدن وترقيقه .
٢ – تؤول الى تسبّب ، تنتهي .
٣ – اتجاه مماسيّ : اتجاه يلامس قطر الدائرة .
٤ – فاعليّة : قدرة ، قوّة .
٥ – البادئة : كلمة ، أو مقطع يضاف في بدء كلمة .
٦ – المصانع الحرارية : المصانع التي تستمدّ طاقتها من المحروقات .

محرّك مروحيّ – عنفي ، ومحرّك نفّاث عَنَفيّ .





١ – مدخل الهـواء :
٢ – مُشَغِّل .
٣ – ضاغطة دوّارة .
٤ – محقنة حارقة .
٥ – غرفة الاحتراق .
٦ – تربينة أو عَنَفة .
٧ – مخرج الغاز الحار .

الاسئلة

١ – ما هو أصل التربينة أو العنفة ؟
٢ – ما فضل « فُرنيرون » على تطوير التربينة ؟
٣ – ما دور التربينة في توليد الكهرباء ؟
٤ – ما الفرق بين تربينة عاملة « بفعل » ، وتربينة عاملة « بردّ فعل » ؟
٥ – كيف تعمل التربينة الحراريّة ؟

وِلادَةُ حَضَارَة

١ ـ من الحجر المقطوع إلى مكنات الصناعة ذات الذاكرة • السّيطرة على النار • ولادة الكتابة
٢ ـ الزجاج مادّة شفّافة • الدّولاب جهاز نقل • طيّارة الورق، أكثر من لعبة بسيطة
٣ ـ آلات قياس الوقت • الورق، مطية الفكر • الطرقات، سُبل اتصال بين الشعوب
٤ ـ السيطرة على المعادن • المرآة: من دنيا التبرّج الى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحرّك
٥ ـ من النظارتين الى المنظار الى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحرّرنا من الأرض • الصابون والمنظّفات المنافسة

التِّقنيَّة تَقوم بأولى تحدِياتهَا الكَبيرة

٦ ـ المطحنة المائية والمطحنة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتمبرغ إلى ... غد
٧ ـ الأسلحة النارية عدّة هلاك • البوصلة • طوق الكتفين، في طقم الفرس، خلاص للمرهقين
٨ ـ "دولاب بسكال" جدّ الآلات الحاسبة الالكترونية • من المظلة إلى الدبابة • آلات إحداث الفراغ
٩ ـ التحرك على وسادة من هواء • المجهر في سيطرته على المتناهي الصغر • ميزان الضغط.

مِنَ الحِرَف اليَدَويَّة الى الصِّنَاعَة

١٠ ـ الآلة البخارية • من المراكب البخارية الأولى الى السفن الحديثة • من "السلحفاة" الى "الصاعقة"
١١ ـ المروحة وانطلاق الملاحة ... • من عربة "كونيو" البخارية إلى سياراتنا • غاز الإنارة ...
١٢ ـ الآلات الالكتروستاتية • شارل "فرنكلين" • من المنطاد إلى البالونات الفضائية.
١٣ ـ تلغراف "شاپ" • من النسيج البدائي الى نول الحياكة • الدرّاجة الأولى وذرّيتها.
١٤ ـ بطارية "ڤولتا" • عيدان الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية.
١٥ ـ "لينيك" و "الستيتسكوب" • علب المحفوظات التي تعدّ بالمليارات • التربينات في العمل
١٦ ـ التلغراف الكهربائي يخترعه رسّام ... • آلة الخياطة • عدسة التصوير تنفتح على كل شيء.
١٧ ـ لوحة الألوان المركّبة • المحرك المتفجّر يجهز ملايين السيارات • التبنيج المخدّر.

العَالَم يُبدِّل معَالِم وَجهِهِ

١٨ ـ الديناميت للسرّاء والضرّاء • حفر آبار النفط • من الآلة الكاتبة الى الطابعة الالكترونية
١٩ ـ صناعة البرد • الدينامو مولّد التيار وَالمحرك الكهربائي • من السيلولويد الى اللدائن.
٢٠ ـ الميكروفيلم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • الترام والقاطرة الكهربائية
٢١ ـ سلسلة البرد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الحاكي الى الالكتروفون
٢٢ ـ مجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر الحديد في البناء • انبوب أشعة إكس يقهر الكثافة.
٢٣ ـ من الفنكستسكوب الى السينماسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطواط يخفق بالآمال الرحبة
٢٤ ـ محرّك ديزل يخرج من قداحة • الاتصالات البعيدة المدى تنتقل على موجات الأثير • البيلينوغراف
٢٥ ـ زجاج لا يجرح • آلات توليد العواصف • الصور السحرية على الشاشة الصغيرة.

مِنَ الذَّرَّة إلىَ الفَضَاء

٢٦ ـ كاشفات الجزيئات الدقيقة • المدفعية الذرية • المجهر الالكتروني عين قادرة على رؤية الفيروسات
٢٧ ـ الرادار الساحر • من الأبيق القديم الى أبراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
٢٨ ـ الترنزيستور والترنزستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تتوهج فيها طاقة الشمس

أرسى القرن الثامن عشر علم الكهرباء، وَأطلق أولى السُفن البُخارية، والمناطيد والغوّاصات الأولى. وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصّناعيّة بفضل البخار والكهرباء وَالآلة. فيمَا تكاثرت الاختراعات من كل نوع: منَ القاطرة وَالسِّكة الى عِيدان الثقاب، وَمِن التلغراف الى التصوير الشمسي، وَمِنَ الدرّاجة إلى التربينة ...

تأليف : ف. لُوت
رسوم : ب. بروبست
ترجمة واعداد : سهيل سماحة